

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Электромагнитные поля окружающей среды

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.3 Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

ИПК 2.1 Понимает принцип действия и модели разрабатываемого радиоэлектронного прибора или устройства.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– контрольная работа;

Контрольная работа (ИОПК-1.3, ИПК 2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3)

Контрольная работа состоит из 2 теоретических вопросов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Основные понятия электромагнитных волн в окружающей среде. Электромагнитная совместимость.
2. Понятие энергетического и информационного воздействия электромагнитных излучений на живые организмы. Предельно допустимые нормы энергетического воздействия электромагнитных излучений на человека. Роль слабых электромагнитных излучений.
3. Спектр электромагнитных излучений: гамма излучение, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоизлучение, микропульсации магнитного и электрического полей. Характеристики радиодиапазона: КВЧ, СВЧ, УВЧ, ОВЧ, ВЧ, СЧ, НЧ, ОНЧ, ИНЧ, СНЧ, КНЧ.
4. Тепловое электромагнитное излучение, солнечная радиация, космическое излучение.
5. Грозовые разряды, атмосферники, свисты.
6. Магнитосферные источники. Микропульсации, ОНЧ–излучение (хоры).
7. Антропогенные источники электромагнитных излучений: мировая сеть радиовещания, системы связи, телевидение, радиолокация, бытовые приборы, транспортные сети и коммуникации, электроэнергетика.
8. Электромагнитная теория распространения радиоволн в ионосферной плазме. Диэлектрическая проницаемость в ионосферной плазме. Плазменная частота, эффективная частота электронных соударений, гирочастота.
9. Показатель преломления. Метод геометрической оптики для СВ и КВ диапазонов. Формула Эпплтона-Хартри. Теорема Брейта и Тьюва. Геометрический путь луча. Дальность. Интегральный коэффициент поглощения. Поток радиоизлучения.
10. Электромагнитные резонансы в полости Земля-ионосфера.

11. Модель идеального шумановского резонатора. Формула Шумана.
12. Модель шумановского резонатора с конечной проводимостью на верхней границе в ионосфере. Характеристическое уравнение.
13. Модель шумановского резонатора с высотной зависимостью диэлектрической проницаемости в ионосфере.
14. Понятие экологического электромагнитного мониторинга окружающей среды. Методы регистрации электромагнитных излучений в различных диапазонах.
15. Регистрирующие приборы. Антенные системы. Аппаратно-программные комплексы мониторинга электромагнитных излучений.
16. Автоматизация измерительных комплексов мониторинга электромагнитных излучений. Системы первичной обработки, сжатие и хранение информации.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если даны правильные, но недостаточно развернутые ответы на все теоретические вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если не на все теоретические вопросы даны верные ответы либо ответы на вопросы фрагментарны.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответы на теоретические вопросы неверны.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Студент имеет право проходить промежуточную аттестацию вне зависимости от результатов текущей успеваемости.

Экзаменационный билет состоит из трех частей.

Первая часть представляет собой тест из 3 вопросов, проверяющих ИОПК-1.3, ИПК-2.1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-1.3, ИПК-2.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Третья часть содержит 1 вопрос, проверяющий ИПК-2.2, ИПК-2.3 и оформленный в виде практической задачи. Ответ на вопрос третьей части предполагает решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Тест для проведения промежуточной аттестации.

№	Название вопроса	Варианты ответов			
		А)	Б)	В)	Г)
1.	Какой диапазон частот называется крайне низкочастотным (КНЧ, ELF)?	3-30 МГц	3-30 кГц	3-30 Гц	3-30 ГГц
2.	Какой диапазон длин волн соответствует диапазону очень низких частот (ОНЧ, VLF)?	100 км - 10 км	100 м - 10 м	100 мм - 10 мм	1 мм - 0,1 мм
3.	Какое значение может иметь частота	17,5 Гц	27,83 Гц	8 Гц	16 Гц

	первой моды шумановских резонансов?				
4.	В какой части Земли сосредоточено максимум молниевых разрядов?	Южный полюс	Северный полюс	Экватор	Россия
5.	Сколько типов непрерывных геомагнитных пульсаций известно?	1	3	6	8
6.	Что не относится к источникам электромагнитного излучения естественного происхождения?	солнечная радиация	космическое излучение	грозовые разряды	электроэнергетика
7.	Какой период соответствует непрерывным геомагнитным пульсациям Pc_1 ?	10-45 с	0,2-5 с	>600 с	5-10 с
8.	Какой вид резонансов относится к шумановским?	Ионно-циклотронные резонансы	Электромагнитные колебания в полости Земля-ионосфера	Электронно-циклотронные резонансы	Электромагнитные магнитосферные резонансы
9.	При каком значении показателя преломления наступает полное внутренне отражение радиоволн?	1	-1	0,5	0
10.	Какие переменные величины, входящие в уравнения Максвелла, являются измеряемыми?	E, H	E, B	E, H	E, D

Ключи: 1 В), 2 А), 3 В), 4 В), 5 В), 6 Г), 7 В), 8 Б), 9 Г), 10 Б)

Перечень теоретических вопросов:

1. Основные понятия электромагнитных волн в окружающей среде. Электромагнитная совместимость.
2. Понятие энергетического и информационного воздействия электромагнитных излучений на живые организмы. Предельно допустимые нормы энергетического воздействия электромагнитных излучений на человека. Роль слабых электромагнитных излучений.
3. Спектр электромагнитных излучений: гамма излучение, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоизлучение, микропульсации магнитного и электрического полей. Характеристики радиодиапазона: КВЧ, СВЧ, УВЧ, ОВЧ, ВЧ, СЧ, НЧ, ОНЧ, ИНЧ, СНЧ, КНЧ.
4. Тепловое электромагнитное излучение, солнечная радиация, космическое излучение.
5. Грозовые разряды, атмосферники, свисты.

6. Магнитосферные источники. Микропульсации, ОНЧ–излучение (хоры).
7. Антропогенные источники электромагнитных излучений: мировая сеть радиовещания, системы связи, телевидение, радиолокация, бытовые приборы, транспортные сети и коммуникации, электроэнергетика.
8. Электромагнитная теория распространения радиоволн в ионосферной плазме. Диэлектрическая проницаемость в ионосферной плазме. Плазменная частота, эффективная частота электронных соударений, гирочастота.
9. Показатель преломления. Метод геометрической оптики для СВ и КВ диапазонов. Формула Эпплтона-Хартри. Теорема Брейта и Тьюва. Геометрический путь луча. Дальность. Интегральный коэффициент поглощения. Поток радиоизлучения.
10. Электромагнитные резонансы в полости Земля-ионосфера.
11. Модель идеального шумановского резонатора. Формула Шумана.
12. Модель шумановского резонатора с конечной проводимостью на верхней границе в ионосфере. Характеристическое уравнение.
13. Модель шумановского резонатора с высотной зависимостью диэлектрической проницаемости в ионосфере.
14. Понятие экологического электромагнитного мониторинга окружающей среды. Методы регистрации электромагнитных излучений в различных диапазонах.
15. Регистрирующие приборы. Антенные системы. Аппаратно-программные комплексы мониторинга электромагнитных излучений.
16. Автоматизация измерительных комплексов мониторинга электромагнитных излучений. Системы первичной обработки, сжатие и хранение информации.

Пример задачи:

Расчет собственных частот для первых 10-ти резонансных мод с однородной конечной проводимостью ионосферы

Для расчета собственных частот с однородной конечной проводимостью ионосферой необходимо решить методом дихотомии характеристическое уравнение следующего вида:

$$\frac{n(n+1)}{k_n a} \frac{b-a}{a} \left(1 - \frac{b-a}{a}\right) = k_n (b-a) - iZ \left[1 + \frac{k_n^2 (b-a)^2}{2} \left(\frac{n(n+1)}{k_n^2 a^2} - 1\right)\right], \quad (1)$$

где n – номер резонансной моды;

a – радиус Земли;

b – расстояние от центра Земли до внешней границы резонатора в ионосфере;

$k_n = 2\pi f_n/c$ – волновое число;

f_n – собственные частоты;

c – скорость света;

$Z=1/$ – импеданс ионосферы;

ε – комплексная диэлектрическая проницаемость в ионосфере, равная

$$\varepsilon(f, f_e, \nu_e) = 1 - \frac{f_e^2}{f(f + i\nu_e)}. \quad (2)$$

Область решения уравнения от 1 до $\frac{c}{2\pi a} \sqrt{n(n+1)}$ Гц.

Входные параметры:

$a=6400$ км, $b=6500$ км, $c=300000$ км/с, $f_e=2\pi \cdot 106$ Гц, $\nu_e=2\pi \cdot 107$ Гц.

Точность определения резонансных частот 0,001 Гц.

Решение уравнения (1) методом дихотомии находится с использованием пакетов MathCad, OriginPro и MS Office.

Ответы:

Ответы на каждую предложенную задачу могут варьироваться в зависимости от выбранного метода решения.

Критерии оценивания:

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если все тестовые вопросы решены правильно или допущены лишь незначительные ошибки, на устный теоретический вопрос дан полный и аргументированный ответ, практическая задача решена точно и корректно.

Оценка «не зачтено» выставляется в любом ином случае.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест

№	Название вопроса	Варианты ответов			
		А)	Б)	В)	Г)
1.	Какой диапазон частот называется крайне низкочастотным (КНЧ, ELF)? (ИОПК-1.3)	3-30 МГц	3-30 кГц	3-30 Гц	3-30 ГГц
2.	Какой диапазон длин волн соответствует диапазону очень низких частот (ОНЧ, VLF)? (ИПК 2.1)	100 км - 10 км	100 м - 10 м	100 мм - 10 мм	1 мм - 0,1 мм
3.	Какое значение может иметь частота первой моды шумановских резонансов? (ИПК-2.2)	17,5 Гц	27,83 Гц	8 Гц	16 Гц
4.	В какой части Земли сосредоточено максимум молниевых разрядов? (ИПК-2.2)	Южный полюс	Северный полюс	Экватор	Россия
5.	Сколько типов непрерывных геомагнитных пульсаций известно? (ИПК-2.3)	1	3	6	8
6.	Что не относится к источникам электромагнитного излучения естественного происхождения? (ИОПК-1.3)	солнечная радиация	космическое излучение	грозовые разряды	электроэнергетика
7.	Какой период соответствует непрерывным геомагнитным	10-45 с	0,2-5 с	>600 с	5-10 с

	пульсациям Pc_1 ? (ИПК-2.2)				
8.	Какой вид резонансов относится к шумановским? (ИОПК-1.3)	Ионно-циклотронные резонансы	Электромагнитные колебания в полости Земля-ионосфера	Электронно-циклотронные резонансы	Электромагнитные магнитосферные резонансы
9.	При каком значении показателя преломления наступает полное внутренне отражение радиоволн? (ИПК-2.3)	1	-1	0,5	0
10.	Какие переменные величины, входящие в уравнения Максвелла, являются измеряемыми? (ИПК 2.1)	Е, Н	Е, В	Е, Н	Е, D

Ключи: 1 В), 2 А), 3 В), 4 В), 5 В), 6 Г), 7 В), 8 Б), 9 Г), 10 Б)

Теоретические вопросы:

1. Основные понятия электромагнитных волн в окружающей среде. Электромагнитная совместимость.
2. Понятие энергетического и информационного воздействия электромагнитных излучений на живые организмы. Предельно допустимые нормы энергетического воздействия электромагнитных излучений на человека. Роль слабых электромагнитных излучений.
3. Спектр электромагнитных излучений: гамма излучение, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоизлучение, микропульсации магнитного и электрического полей. Характеристики радиодиапазона: КВЧ, СВЧ, УВЧ, ОВЧ, ВЧ, СЧ, НЧ, ОНЧ, ИНЧ, СНЧ, КНЧ.
4. Тепловое электромагнитное излучение, солнечная радиация, космическое излучение.
5. Грозовые разряды, атмосферерики, свисты.
6. Магнитосферные источники. Микропульсации, ОНЧ–излучение (хоры).
7. Антропогенные источники электромагнитных излучений: мировая сеть радиовещания, системы связи, телевидение, радиолокация, бытовые приборы, транспортные сети и коммуникации, электроэнергетика.
8. Электромагнитная теория распространения радиоволн в ионосферной плазме. Диэлектрическая проницаемость в ионосферной плазме. Плазменная частота, эффективная частота электронных соударений, гирочастота.
9. Показатель преломления. Метод геометрической оптики для СВ и КВ диапазонов. Формула Эпплтона-Хартри. Теорема Брейта и Тьюва. Геометрический путь луча. Дальность. Интегральный коэффициент поглощения. Поток радиоизлучения.
10. Электромагнитные резонансы в полости Земля-ионосфера.
11. Модель идеального шумановского резонатора. Формула Шумана.
12. Модель шумановского резонатора с конечной проводимостью на верхней границе в ионосфере. Характеристическое уравнение.
13. Модель шумановского резонатора с высотной зависимостью диэлектрической проницаемости в ионосфере.

14. Понятие экологического электромагнитного мониторинга окружающей среды. Методы регистрации электромагнитных излучений в различных диапазонах.

15. Регистрирующие приборы. Антенные системы. Аппаратно-программные комплексы мониторинга электромагнитных излучений.

16. Автоматизация измерительных комплексов мониторинга электромагнитных излучений. Системы первичной обработки, сжатие и хранение информации.

Ответы должны быть развернутыми, в отдельных случаях содержать формальную постановку задачи, ее решение и интерпретацию полученных выводов.

Информация о разработчиках

Колесник Сергей Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра КФиЭ РФФ ТГУ, доцент;

Пикалов Максим Вячеславович, кафедра КФиЭ РФФ ТГУ, старший преподаватель.